

# 항만 선박 시뮬레이터 구현을 위한 실시간 데이터 기반 항로 계획 시스템 연구

고광인, 송규원, 김준경\*

\*차세대융합기술연구원

[kwang4372@snu.ac.kr](mailto:kwang4372@snu.ac.kr), [gyuwon.song@snu.ac.kr](mailto:gyuwon.song@snu.ac.kr), [\\*junkyeong@snu.ac.kr](mailto:junkyeong@snu.ac.kr)

## A Study on the Real-Time Data-Based Path Planning System for Port-Vessel Simulator Implementation

Ko Kwang-In, Song Gyuwon, Kim Junkyeong\*

Advanced Institute of Convergence Technology

### 요약

본 논문은 항만 선박 운영에 있어 중요한 데이터를 선정하고, 해당 데이터를 실시간으로 반영하여 항로를 계획하는 시스템을 제안하였다. 자율운항선박의 항로 계획과 선석 배정, 안벽 크레인 할당 및 스케줄링과 관련된 기존 연구들을 바탕으로 주요 데이터들을 선정하였다. 시스템은 선정된 데이터만을 다루어 효율적인 시뮬레이션 환경을 구축할 수 있다. 또한 시뮬레이터는 실시간 데이터를 활용하여 주변 환경을 갱신하고 계획된 항로를 보여준다.

### I. 서론

해상 안전과 물류의 효율성을 위해 각국에서 자율운항 선박 기술 개발에 노력하고 있다. 해상사고 발생 요인 중 사람에 의한 과실이 가장 많은 비중을 차지한다. 자율운항선박은 이를 줄여 사고를 방지하고 효율적으로 운용할 수 있도록 해준다.

자율운항선박의 핵심기술은 상황인식기술, 판단기술, 제어 기술로 구분할 수 있다. 상황인식기술은 주변 물체를 포함한 환경에 대해 인식할 수 있는 센서들을 융합한 시스템을 말한다. 판단기술은 인식기술에서의 데이터를 기반으로 선박이 이접안, 회피, 고장 관리 등의 조치를 취하는 기술을 말한다. 제어기술은 판단기술을 근거로 선박의 방향과 속도 등을 조종할 수 있는 기술을 말한다. 각각의 개별 기술들은 활발히 연구되고 있으나, 통합하여 검증하는 환경은 미비한 상황이다.

물류의 효율성을 위해서는 선박 뿐만 아니라 항만 운영의 최적화 또한 중요하다. 항만에서도 선박의 이접안, 선석 배정, 안벽 크레인 스케줄링 등 최적화를 필요로 하는 요소 기술들이 상당수 존재한다. 항만 관점에서의 안정성, 효율성, 질적인 요소에 대한 검증이 요구되지만, 이에 대한 기술이 부족하다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 항만 선박 시뮬레이터 중 실시간 데이터를 바탕으로 항로를 계획하는 시스템을 제안하고자 한다. 시뮬레이터에서 사용할 데이터를 정형화하기 위해 기존의 연구들을 참고하여 데이터를 선정하였다. 실시간으로 데이터를 받아 정형화 및 응용하여 시뮬레이터에 위치 및 경로를 표시하였다.[1]

### II. 본론

#### 1. 데이터 선정

선박과 항만에서 수많은 종류의 데이터들이 생성된다[1]. 이 모든 데이터들을 시뮬레이터에서 취급하는 것은 한계가 있다. 또한, 매 통신과정에서

이루어지는 파싱(parsing)과정에서 낭비되는 비효율적 비용을 해결하기 위해 데이터를 선정하였다. 데이터 선정은 선박의 항로 계획[2, 3]과 선석 배정, 안벽 크레인 할당 및 스케줄링과 관련된 기존의 연구들[4, 5]을 바탕으로 진행하였다. 최종적으로 32종의 데이터를 Table 1과 같이 선정하였다. 시뮬레이터에서 다루는 데이터는 크게 5가지(시스템, 센서, 선박, 항만, 환경)로 나누어진다.

Table 1. 선정된 32종의 데이터

System		
GNSS	GIS	AIS
Sensor		
IMU	Monocular Camera	Stereo Camera
Radar	LiDAR	INS
SONAR	Depth Sensor	RDF
ADS-B	Visibility meter	Microphone
Vessel		
Length	Arrival Time	Handling Time
Workload	Speed	Azimuth
Port		
Berth Layout	Stowage Plans	Technical Restrictions
QC Productivity	QC(Quay Crane) Availability	Crane Attributes
Crane Safety Margin		
Environment		
Current	Tide	Wind
Wave		

## 2. 실시간 데이터 기반 경로 계획 시스템

실시간 데이터 기반의 경로 계획 시스템은 시뮬레이터 내에 내장된다. 시뮬레이터 내의 데이터 수신부에서 데이터를 실시간으로 저장 및 시뮬레이터에서 요구되는 값과 단위로 변환하게 된다. 변환된 데이터를 이용해 시뮬레이터 내 객체들의 상태를 업데이트 하게 된다. 객체의 상태 중 위치, 자세와 같은 시뮬레이터 사용자의 조작에 의해 영향을 받는 요소들은 아래의 수식을 통해 좌표변환이 이루어진다. 아래의 수식은 위도와 경도를 시뮬레이터 내 직교 좌표계로 변환하는 수식을 나타낸다. 업데이트된 객체들의 상태를 기준으로 경로 계획을 진행하게 된다. Figure 1에서는 변환된 좌표에 위치한 선박과 선박의 계획된 경로를 보여준다.

$$\begin{aligned}x &= R * \cos(latitude) * \cos(longitude) \\ y &= R * \cos(latitude) * \sin(longitude)\end{aligned}$$

시뮬레이터는 Unity를 기반으로 개발하였으며, 지도는 OpenStreetMap라는 무료 지도 서비스를 이용하였다.

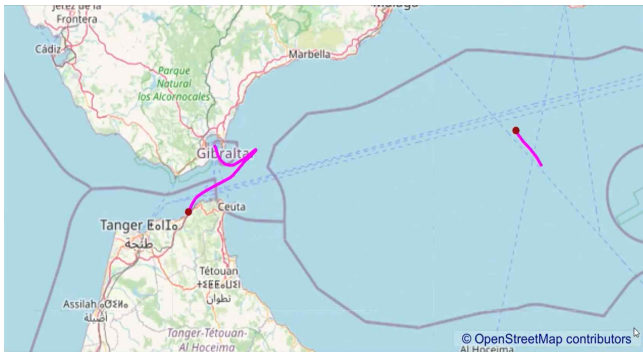


Figure 1. 시뮬레이터에서 확인한 계획된 경로

## III. 결론

본 논문에서는 주변 선박들의 실시간 데이터를 받아 경로를 표시하고 이를 기반으로 기존의 알고리즘을 사용하여 도착지점까지의 경로를 생성하는 시스템을 개발하였다. 먼저 경로 생성 시뮬레이터 구현을 위하여 32종의 수집 데이터 종류를 선정하였으며 이를 활용하여 Unity 기반 실시간 데이터 기반 경로 계획 시스템을 구축하였다. 추후 연구에서는 COLREGs(Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea)를 준수하는 실시간 데이터 기반 경로 계획 알고리즘을 개발하는 연구를 수행할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220531, 해상물류 통신기술검증 테스트베드 구축사업)

## 참 고 문 헌

[1] S. Thombre et al., "Sensors and AI Techniques for Situational Awareness in Autonomous Ships: A Review," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 1, pp. 64-83, Jan. 2022, doi: 10.1109/TITS.2020.3023957.

[2] Tam, C., Bucknall, R., & Greig, A. (2009). Review of Collision Avoidance and Path Planning Methods for Ships in Close Range Encounters. *Journal of Navigation*, 62(3), 455-476. doi:10.1017/S0373463308005134

[3] Guo, Siyu, Xiuguo Zhang, Yiquan Du, Yisong Zheng, and Zhiying Cao. 2021. "Path Planning of Coastal Ships Based on Optimized DQN Reward Function" *Journal of Marine Science and Engineering* 9, no. 2: 210. <https://doi.org/10.3390/jmse9020210>

[4] Christian Bierwirth and Frank Meisel, "A Survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals", *European Journal of Operational Research*, Volume 202, Issue 3, 1 May 2010, pp. 615-627

[5] León, Alan Dávila de, Eduardo Lalla-Ruiz, Belén Melián-Batista and José Marcos Moreno-Vega. "A Machine Learning-based system for berth scheduling at bulk terminals." *Expert Syst. Appl.* 87 (2017): pp. 170-182.